

(19)



(11)

**EP 4 523 942 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**19.03.2025 Patentblatt 2025/12**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B60L 1/00** (2006.01)      **B60L 3/00** (2019.01)  
**B60L 9/00** (2019.01)      **H02J 3/00** (2006.01)  
**H02J 3/26** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24197190.2**

(22) Anmeldetag: **29.08.2024**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B60L 1/00; B60L 3/0092; B60L 9/00; H02J 3/007;**  
**H02J 3/0073; H02J 3/26; B60L 2200/26;**  
**B60L 2210/20; B60L 2210/30; B60L 2210/40**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL**  
**NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**GE KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
• **Schwarzer, Jens Konstantin**  
**47809 Krefeld (DE)**  
• **Gusek, Andreas**  
**40627 Düsseldorf (DE)**  
• **Linnhöfer, Martin**  
**45259 Essen (DE)**  
• **Nevinskiy, Alexey**  
**47800 Krefeld (DE)**  
• **Wellner, Andreas**  
**47803 Krefeld (DE)**

(30) Priorität: **31.08.2023 DE 102023208383**

(71) Anmelder: **Siemens Mobility GmbH**  
**81739 München (DE)**

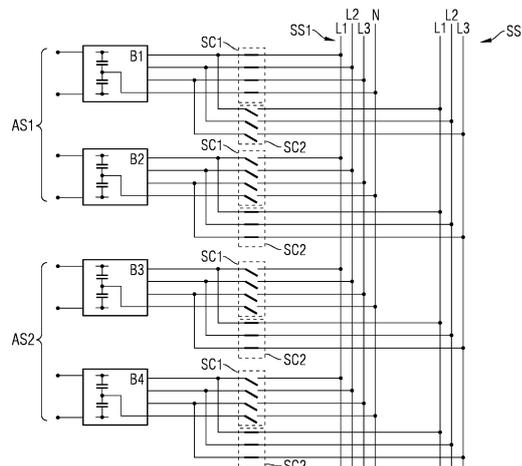
(74) Vertreter: **Siemens Patent Attorneys**  
**Postfach 22 16 34**  
**80506 München (DE)**

### (54) ELEKTRISCHES VERSORGUNGSSYSTEM FÜR EIN BORDNETZ EINES SCHIENENFAHRZEUGS

(57) Die Erfindung betrifft ein elektrisches Versorgungssystem für ein Bordnetz eines Schienenfahrzeug mit mehreren Wagen in diesen angeordneten Hilfsbetrieben und/oder elektrischen Verbrauchern, welche über zwei Sammelschienen von zumindest drei gleich ausgestalteten Bordnetzumrichtern versorgt werden. Dabei wird ausschließlich ein erster Bordnetzumrichter mit einer ersten Sammelschiene mit drei Phasenleitern

und einem Neutralleiter verbunden, während zumindest ein zweiter und ein dritter Bordnetzumrichter mit einer zweiten Sammelschiene mit ausschließlich drei Phasenleitern verbunden werden. Im Fehlerfall des ersten Bordnetzumrichters wird dieser von der ersten Sammelschiene getrennt und der zweite oder der dritte Bordnetzumrichter mit der ersten Sammelschiene verbunden.

FIG 2



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein elektrisches Versorgungssystem für ein Bordnetz eines Schienenfahrzeugs, ein Verfahren zum Steuern eines erfindungsgemäßen Versorgungssystems, ein Schienenfahrzeug umfassend zumindest ein erfindungsgemäßes Versorgungssystem sowie eine Verwendung eines erfindungsgemäßen Versorgungssystems in einem Schienenfahrzeug.

**[0002]** In Schienenfahrzeugen und insbesondere in Triebzügen mit mehreren Wagen für die Personenbeförderung dienen oftmals mehrere so genannte Sammelschienen eines Bordnetzes dazu, über die Wagen verteilt angeordnete Hilfsbetriebe und elektrische Verbraucher mit elektrischer Energie zu versorgen. Diese Sammelschienen führen dabei unterschiedliche konstante bzw. bezüglich der Frequenz variable Dreiphasen-Wechselspannungen wie beispielsweise 480 V, 60 Hz und 400 V, 50 Hz. Die Sammelschiene für die beispielhafte, insbesondere frequenzvariable, 480 V, 60 Hz Dreiphasen-Wechselspannung umfasst dabei üblicherweise drei Phasenleiter, mit denen Hilfsbetriebe wie Kühler, Lüfter, Pumpen oder Kompressoren verbunden sind. Die Sammelschiene für die beispielhafte konstante 400 V, 50 Hz Dreiphasen-Wechselspannung umfasst demgegenüber neben den drei Phasenleitern (bzw. Phasen L1, L2 und L3) ergänzend einen Neutralleiter (bzw. N-Leiter), mit denen einen solchen Neutralleiter erfordernde Verbraucher wie beispielsweise die Bordküche sowie mit einer Phase betriebene Verbraucher kleiner Leistung wie beispielsweise Steckdosen mit 230 V, 50 Hz, sowie Lampen der Innenbeleuchtung des Fahrgastraums verbunden sind.

**[0003]** Die Speisung der Sammelschienen erfolgt mittels jeweiliger Bordnetzumrichter, welche eine Eingangs-Gleichspannung, beispielsweise eines Gleichspannungszwischenkreises eines Antriebsumrichters, in die gewünschte Ausgangs-Dreiphasen-Wechselspannung der Sammelschiene wandeln. Die Speisung erfolgt dabei redundant, d.h. mehrere, bezüglich der Sammelschiene elektrisch parallel geschaltete Bordnetzumrichter speisen gemeinsam eine alle Wagen des Triebzugs umfassende Sammelschiene, sodass in einem Fehlerfall, beispielsweise bei Ausfall eines der Bordnetzumrichter, eine gesicherte Versorgung zumindest eines Teils der mit der Sammelschiene verbundenen Hilfsbetriebe und Verbraucher gewährleistet ist. Die Bordnetzumrichter sind dabei vorzugsweise derart ausgelegt, dass sie gemeinsam die für die Hilfsbetriebe und Verbraucher benötigte Leistung bereitstellen, sodass bei Ausfall eines der Bordnetzumrichter eine entsprechend geringere Leistung auf der Sammelschiene bereitsteht und gegebenenfalls Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs durch die Hilfsbetriebe bzw. Verbraucher erforderlich sind.

**[0004]** Eine redundante Speisung durch mehrere Bordnetzumrichter ist üblicherweise ebenfalls für die Sammelschiene für die 400 V, 50 Hz Dreiphasen-Wech-

selspannung vorgesehen. Dies erfordert aufgrund des Neutralleiters, welcher beispielsweise als Mittelpunkt des Gleichspannungszwischenkreises des jeweiligen Bordnetzumrichters ausgeführt ist, eine aufwändige Symmetrierung der Ströme beispielsweise mittels einer Sternpunktbildung durch Zusammenschalten mehrerer Drosselspulen oder mittels eines Transformators in Sternpunktausführung. Zudem benötigen die mit dieser Sammelschiene verbundenen Verbraucher üblicherweise nur eine begrenzte Leistung, welche von einem einzigen Bordnetzumrichter bereitgestellt werden kann. Eine redundante Speisung dieser Sammelschiene durch mehrere Bordnetzumrichter führt somit nachteilig neben der aufwändigen Symmetrierung zu hohen Kosten sowie erhöhtem Platzbedarf.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Hilfsbetriebe-Versorgungssystem für ein Schienenfahrzeug anzugeben, welches die genannten Nachteile ausräumt. Diese Aufgabe wird durch das Versorgungssystem, das Verfahren und das Schienenfahrzeug mit den jeweiligen Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in jeweiligen abhängigen Patentansprüchen angegeben.

**[0006]** Das erfindungsgemäße elektrische Versorgungssystem für ein Bordnetz eines Schienenfahrzeug, wobei das Schienenfahrzeug eine Mehrzahl Wagen mit einer Mehrzahl in diesen angeordneten Hilfsbetrieben und/oder elektrischen Verbrauchern umfasst, umfasst zumindest eine erste und eine zweite Sammelschiene, wobei sich die Sammelschienen jeweils über zumindest zwei Wagen des Schienenfahrzeugs erstrecken und mit jeder der Sammelschienen zumindest ein Hilfsbetrieb und/oder ein elektrischer Verbraucher verbunden ist, und wobei die erste Sammelschiene drei Phasenleiter und einen Neutralleiter und die zweite Sammelschiene ausschließlich drei Phasenleiter aufweist, zumindest drei mit den Sammelschienen verbindbare Bordnetzumrichter, und eine Steuereinrichtung, wobei die Steuereinrichtung ausgestaltet ist, zumindest die Bordnetzumrichter zu steuern. Das Versorgungssystem ist dadurch gekennzeichnet, dass die Bordnetzumrichter bezüglich ihres elektrischen Aufbaus gleich ausgestaltet sind, jeweils mit der ersten und der zweiten Sammelschiene elektrisch verbindbar sind, und jeweils ausgestaltet sind, von der Steuereinrichtung gesteuert, eine erste und eine zweite Dreiphasen-Wechselspannung zu generieren, dass die Steuereinrichtung ausgestaltet ist, ausschließlich einen ersten der Bordnetzumrichter mit der ersten Sammelschiene zu verbinden und den ersten Bordnetzumrichter anzusteuern, die erste Dreiphasen-Wechselspannung an die erste Sammelschiene anzulegen, und zumindest einen zweiten und einen dritten der Bordnetzumrichter mit der zweiten Sammelschiene zu verbinden und den zweiten und den dritten Bordnetzumrichter jeweils anzusteuern, die zweite Dreiphasen-Wechselspannung an die zweite Sammelschiene anzulegen, und dass die Steuereinrichtung ausgestaltet ist, in einem Fehlerfall des ersten Bordnetzumrichters den ersten Bordnetzum-

richter von der ersten Sammelschiene zu trennen, ausschließlich den zweiten oder den dritten Bordnetzumrichter von der zweiten Sammelschiene zu trennen und mit der ersten Sammelschiene zu verbinden, und den mit der ersten Sammelschiene verbundenen zweiten oder dritten Bordnetzumrichter anzusteuern, die erste Dreiphasen-Wechselspannung an die erste Sammelschiene anzulegen.

**[0007]** Erfindungsgemäß ist somit während des Betriebs des Versorgungssystems immer ausschließlich einer der gleich ausgestalteten Bordnetzumrichter mit der ersten Sammelschiene verbunden bzw. speist die erste Sammelschiene. Hierdurch wird eine bei einer Parallelschaltung mehrerer Bordnetzumrichter an der einen Neutralleiter umfassenden ersten Sammelschiene erforderliche Symmetrierung vorteilhaft vermieden. Andererseits ermöglicht die gleiche Ausgestaltung der zumindest drei Bordnetzumrichter vorteilhaft eine Redundanz der Versorgung der ersten Sammelschiene und damit eine gesicherte Versorgung der mit dieser verbundenen Hilfsbetriebe und/oder Verbraucher. Eine bezüglich des elektrischen Aufbaus gleiche Ausgestaltung der Bordnetzumrichter bedeutet dabei insbesondere, dass diese von der Steuereinrichtung gesteuert bzw. konfiguriert sowohl die erste als auch die zweite Dreiphasen-Wechselspannung an ihren Ausgangsanschlüssen bereitstellen können, und dass sie jeweils einen Anschluss für einen Neutralleiter aufweisen, sodass sie sowohl mit der ersten als auch mit der zweiten Sammelschiene verbunden werden können.

**[0008]** Die Sammelschienen erstrecken sich jeweils über zumindest zwei Wagen des Schienenfahrzeugs, vorzugsweise jedoch über alle Wagen des Schienenfahrzeugs bzw. über alle Wagen, in denen Hilfsbetriebe und/oder Verbraucher sowie die Sammelschienen speisende Bordnetzumrichter angeordnet sind. Die Sammelschienen sind dabei während des Betriebs der Versorgungseinrichtung jeweils durchgängig, d.h. über alle Wagen und Wagenübergänge zwischen Wagen elektrisch geschlossen. Eine Unterteilung der Sammelschienen in jeweils mehrere Abschnitte, welche beispielsweise von jeweils einem Bordnetzumrichter versorgt werden, ist dabei nicht vorgesehen.

**[0009]** Die Steuereinrichtung kann als eine gesonderte Steuereinrichtung des Schienenfahrzeugs speziell für die Steuerung von Bordnetzumrichter ausgestaltet sein, vorzugsweise ist diese jedoch als Bestandteil einer zentralen Steuereinrichtung, beispielsweise des so genannten zentralen Steuergeräts (abgekürzt ZSG), oder einer Antriebssteuereinrichtung, beispielsweise des so genannten Antriebssteuergeräts (abgekürzt ASG), ausgestaltet.

**[0010]** Nach einer Weiterbildung des Versorgungssystems ist die Steuereinrichtung ausgestaltet, die Bordnetzumrichter anzusteuern, dass die erste Dreiphasen-Wechselspannung eine erste Spannungshöhe mit einer ersten Frequenz aufweist, und dass die zweite Dreiphasen-Wechselspannung eine zweite Spannungshöhe mit

einer zweiten, insbesondere variablen, Frequenz aufweist.

**[0011]** Nach einer weiteren Weiterbildung des Versorgungssystems weist die erste Dreiphasen-Wechselspannung eine konstante Spannungshöhe von 400 V mit einer Frequenz von 50 Hz auf.

**[0012]** Diese Dreiphasen-Wechselspannung dient beispielsweise einer Versorgung von elektrischen Verbrauchern für den Komfort in dem Schienenfahrzeug beförderter Personen bzw. von Fahrgästen, wobei diese Verbraucher insbesondere Einrichtungen einer Bordküche, Steckdosen sowie eine Beleuchtung für die Fahrgasträume sein können.

**[0013]** Nach einer weiteren Weiterbildung des Versorgungssystems ist der Neutralleiter der ersten Sammelschiene mit einem Spannungs-Mittelpunkt eines Gleichspannungszwischenkreises des mit der ersten Sammelschiene verbundenen ersten, zweiten oder dritten Bordnetzumrichters verbunden.

**[0014]** Dieser Spannungs-Mittelpunkt wird beispielsweise von einem Mittenanschluss zweier in Reihe geschalteter Kapazitäten gleicher Größe, deren jeweiliger anderer Anschluss mit einem der beiden Spannungspotenziale des Gleichspannungszwischenkreises verbunden sind, gebildet.

**[0015]** Nach einer weiteren Weiterbildung des Versorgungssystems sind die Bordnetzumrichter mittels jeweiliger Schalter, insbesondere von der Steuereinrichtung steuerbare Trennschalter, mit den Sammelschienen verbindbar.

**[0016]** Die Steuereinrichtung steuert die Schalter dabei derart an, dass der jeweilige Bordnetzumrichter entweder mit der ersten Sammelschiene oder mit der zweiten Sammelschiene verbunden ist. Bei einer Verbindung mit der zweiten Sammelschiene, welche keinen Neutralleiter umfasst, kann der entsprechende Schalter geöffnet sein.

**[0017]** Nach einer weiteren Weiterbildung des Versorgungssystems sind die Bordnetzumrichter in zumindest zwei Wagen des Schienenfahrzeugs verteilt angeordnet, wobei insbesondere der erste und der zweite Bordnetzumrichter oder der erste und der dritte Bordnetzumrichter gemeinsam in einem Wagen angeordnet sind.

**[0018]** Beispielsweise können die Bordnetzumrichter dabei jeweils in dem Wagen angeordnet sein, in dem auch ein Antriebsumrichter bzw. Antriebsstromrichter des Antriebssystems des Schienenfahrzeugs angeordnet ist. Insbesondere wenn die Bordnetzumrichter jeweils aus einem Gleichspannungszwischenkreis eines Antriebsumrichters gespeist werden, kann hierdurch eine kurze Leitungsführung sowie gegebenenfalls eine Anordnung sowohl des Antriebsumrichters als auch des bzw. der Bordnetzumrichter in einem gemeinsamen Gehäuse bzw. Container verwirklicht werden.

**[0019]** Nach einer weiteren Weiterbildung des Versorgungssystems umfassen die Bordnetzumrichter jeweils einen, von der Steuereinrichtung steuerbaren, Pulswechselrichter, wobei der Pulswechselrichter ausgestal-

tet ist, eine Gleichspannung eines Gleichspannungszwischenkreises des Bordnetzumrichters in die erste oder die zweite Dreiphasen-Wechselspannung zu wandeln.

**[0020]** Insbesondere ermöglicht ein gesteuerter Pulswechselrichter, wie er typischerweise auch für die Versorgung von Drehstrom-Antriebsmotoren eingesetzt wird, eine flexible Anpassung der Spannungshöhe sowie der Frequenz der Dreiphasen-Wechselspannung, welche von dem Bordnetzumrichter an der ersten oder der zweiten Sammelschiene angelegt wird.

**[0021]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Steuern eines elektrischen Versorgungssystems für ein Bordnetz eines Schienenfahrzeug, wobei das Schienenfahrzeug eine Mehrzahl Wagen mit einer Mehrzahl in diesen angeordneten Hilfsbetrieben und/oder elektrischen Verbrauchern umfasst, und wobei das Versorgungssystem zumindest eine erste und eine zweite Sammelschiene, wobei sich die Sammelschienen jeweils über zumindest zwei Wagen des Schienenfahrzeugs erstrecken und mit jeder der Sammelschienen zumindest ein Hilfsbetrieb und/oder ein elektrischer Verbraucher verbunden ist, und wobei die erste Sammelschiene drei Phasenleiter und einen Neutraleiter und die zweite Sammelschiene ausschließlich drei Phasenleiter aufweist, zumindest drei mit den Sammelschienen verbindbare Bordnetzumrichter, und eine Steuereinrichtung ermöglicht, wobei die Steuereinrichtung ausgestaltet ist, zumindest die Bordnetzumrichter zu steuern, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Bordnetzumrichter bezüglich ihres elektrischen Aufbaus gleich ausgestaltet sind, jeweils mit der ersten und der zweiten Sammelschiene elektrisch verbindbar sind, und jeweils ausgestaltet sind, von der Steuereinrichtung gesteuert, eine erste und eine zweite Dreiphasen-Wechselspannung zu generieren, dass die Steuereinrichtung ausschließlich einen ersten der Bordnetzumrichter mit der ersten Sammelschiene verbindet und den ersten Bordnetzumrichter ansteuert, die erste Dreiphasen-Wechselspannung an die erste Sammelschiene anzulegen, und zumindest einen zweiten und einen dritten der Bordnetzumrichter mit der zweiten Sammelschiene verbindet und den zweiten und den dritten Bordnetzumrichter jeweils ansteuert, die zweite Dreiphasen-Wechselspannung an die zweite Sammelschiene anzulegen, und dass die Steuereinrichtung in einem Fehlerfall des ersten Bordnetzumrichters den ersten Bordnetzumrichter von der ersten Sammelschiene trennt, ausschließlich den zweiten oder den dritten Bordnetzumrichter von der zweiten Sammelschiene trennt und mit der ersten Sammelschiene verbindet, und den mit der ersten Sammelschiene verbundenen zweiten oder dritten Bordnetzumrichter ansteuert, die erste Dreiphasen-Wechselspannung an die erste Sammelschiene anzulegen.

**[0022]** Nach einer Weiterbildung des Verfahrens steuert die Steuereinrichtung die Bordnetzumrichter an, dass die erste Dreiphasen-Wechselspannung eine erste Spannungshöhe mit einer ersten Frequenz aufweist, und dass die zweite Dreiphasen-Wechselspannung eine zweite Spannungshöhe mit einer zweiten,

insbesondere variablen, Frequenz aufweist.

**[0023]** Das erfindungsgemäße Schienenfahrzeug umfasst zumindest ein erfindungsgemäßes Versorgungssystem.

5 **[0024]** Nach einer Weiterbildung des Schienenfahrzeugs ist dieses als ein Triebzug mit mehreren Wagen für eine Personenbeförderung ausgestaltet, wobei in einem der Wagen insbesondere eine mittels der ersten Sammelschiene versorgte Bordküche angeordnet ist.

10 **[0025]** Eine erfindungsgemäße Verwendung des erfindungsgemäßen Versorgungssystems dient einer Versorgung von Hilfsbetrieben und/oder elektrischen Verbrauchern in einem Schienenfahrzeug.

15 **[0026]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Dabei zeigen:

FIG 1 ein Schienenfahrzeug mit einem erfindungsgemäßen Versorgungssystem,

FIG 2 ein erfindungsgemäßes Versorgungssystem in einem Normalbetrieb, und

20 FIG 3 das Versorgungssystem der FIG 2 in einem Fehlerbetrieb.

25 **[0027]** Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden für gleiche bzw. gleich oder nahezu gleich wirkende Komponenten dieselben Bezugszeichen verwendet.

**[0028]** FIG 1 zeigt schematisch ein Schienenfahrzeug TZ in einer Seitenansicht, welches als ein Triebzug ausgestaltet ist. Der Triebzug umfasst eine Mehrzahl miteinander gekoppelter Wagen, in dem Beispiel gesamt vier Wagen, wobei zwei der Wagen als Endwagen EW1, EW2, und zwei weitere Wagen als Mittelwagen MW1, MW2 ausgestaltet sind. Vorzugsweise alle vier Wagen weisen einen jeweiligen Fahrgastraum auf, welcher sowohl über Türen in Seitenwänden des jeweiligen Wagenkastens als auch über Wagenübergänge zwischen benachbarten Wagen für Fahrgäste zugänglich sind. Insbesondere abhängig von dem Einsatzbereich des Triebzugs kann die Anzahl Wagen und damit die Gesamtlänge des Triebzugs gewählt werden. So kann beispielsweise ein Hochgeschwindigkeits-Triebzug bei einer Gesamtlänge von ca. 200 Metern sieben bis neun Wagen umfassen. Die Wagen EW1, MW1, MW2, EW2 des Schienenfahrzeugs TZ stützen sich jeweils über zwei Drehgestelle auf nicht dargestellten Schienen eines Gleises eines Streckennetzes ab, wobei miteinander gekoppelte Wagen auch auf einem gemeinsamen Drehgestell abstützen können, wie es in der FIG 1 beispielhaft dargestellt ist. Die äußeren Drehgestelle der beiden Endwagen EW1, EW2 sind beispielhaft als Triebdrehgestelle TDG mit darin angeordneten Antriebsmotoren des Antriebssystems ausgestaltet, während alle weiteren Drehgestelle als nicht angetriebene Laufdrehgestelle LDG ausgestaltet sind.

50 **[0029]** Das Schienenfahrzeug TZ weist zwei Antriebssysteme AS1, AS2 auf, deren jeweiligen hauptsächlichen Komponenten in den Endwagen EW1, EW2 angeordnet sind, wobei diese Komponenten vorzugsweise im

Dach- und Unterflurbereich des jeweiligen Endwagens EW1, EW2 angeordnet sind, um auch in diesen Wagen einen jeweiligen Fahrgastraum zur Verfügung stellen zu können. Die Antriebssysteme AS1, AS2 werden von einer nicht dargestellten Oberleitung eines Versorgungsnetzes, an welcher eine Versorgungsspannung als Einphasen-Wechselspannung, beispielsweise 25 kV, 50 Hz oder 15 kV, 16.7 Hz, oder als Gleichspannung, beispielsweise 3 kV oder 1.5 kV, anliegt, mit elektrischer Energie versorgt. Für eine elektrische Verbindung der Antriebssysteme AS1, AS2 mit der Oberleitung weist das Schienenfahrzeug beispielhaft zwei Stromabnehmer PAN1, PAN2 auf, die jeweils im Dachbereich eines Endwagens EW1, EW2 angeordnet sind. Die Stromabnehmer PAN1, PAN2 können dabei elektrisch verbunden sein, beispielsweise über eine in der FIG 1 dargestellte fahrzeugweite Stromleitung, sodass gegebenenfalls die Verbindung nur eines der Stromabnehmer PAN1, PAN2 mit der Oberleitung ausreicht. Das jeweilige Antriebssystem AS1, AS2 umfasst, insbesondere abhängig von der Versorgungsspannung, einen Transformator, welcher die primärseitig anliegende Einphasen-Wechselspannung in eine sekundärseitig anliegende niedrigere Spannung transformiert, einen mit der Sekundärseite des Transformators verbundenen Antriebsumrichter, welcher die Einphasen-Wechselspannung mittels zumindest eines Gleichrichters, beispielsweise eines Vierquadrantenstellers, in eine Gleichspannung eines Gleichspannungszwischenkreises wandelt, und diese Gleichspannung mittels zumindest eines Wechselrichters, beispielsweise eines Pulswechselrichters, in eine Dreiphasen-Wechselspannung variabler Spannungshöhe und Frequenz wandelt, mit welcher Antriebsmotoren gespeist werden.

**[0030]** Neben den Antriebssystemen AS1, AS2 weist das Schienenfahrzeug ein Bordnetz auf, welches insbesondere einer Versorgung von Hilfsbetrieben, welche für die Funktion insbesondere der verschiedenen Komponenten der Antriebssysteme sowie beispielsweise des Bremssystems des Schienenfahrzeugs erforderlich sind, von Steuerungs- und Informationssystemen sowie von dem Komfort von Fahrgästen dienenden elektrischen Verbrauchern dient. Nach der FIG 1 umfasst das Bordnetz des Schienenfahrzeugs TZ zwei Sammelschienen SS1, SS2, welche sich über die gesamte Länge bzw. über alle Wagen EW1, MW1, MW2, EW2 des Schienenfahrzeugs TZ erstrecken. Mit den Sammelschienen SS1, SS2 sind die verschiedenen Hilfsbetriebe und Verbraucher elektrisch verbunden. Die Sammelschienen SS1, SS2 werden jeweils von einem oder parallel von mehreren Bordnetzumrichtern B1, B2, B3, B4 gespeist. Die Bordnetzumrichter B1, B2, B3, B4 sind beispielhaft in den Endwagen EW1, EW2 angeordnet und jeweils eingangsseitig mit dem Gleichspannungszwischenkreis eines Antriebsumrichters verbunden, wobei nach FIG 1 die Bordnetzumrichter B1 und B2 mit dem Gleichspannungszwischenkreis des Antriebsumrichters des ersten Antriebssystems AS1 verbunden sind, während die Bordnetzumrichter B3 und B4 mit dem Gleichspan-

nungszwischenkreis des Antriebsumrichters des zweiten Antriebssystems AS2 verbunden sind. Ergänzend zu den dargestellten vier Bordnetzumrichtern B1, B2, B3, B4 können weitere Bordnetzumrichter, auch in anderen Wagen des Schienenfahrzeugs TZ angeordnet, vorgesehen werden. Die jeweilige Funktion der Bordnetzumrichter B1, B2, B3, B4 wird von einer in dem ersten Endwagen EW1 angeordneten Steuereinrichtung SE gesteuert, wie es durch die gestrichelten Linien dargestellt ist. Diese Steuerung umfasst insbesondere die Spannungshöhe und Frequenz der jeweiligen Ausgangsspannung der Bordnetzumrichter B1, B2, B3, B4, sowie deren jeweilige Verbindung mit der einen oder der anderen Sammelschiene SS1, SS2. Beispielsweise ist die Steuereinrichtung SE als ein integraler Bestandteil einer zentralen Fahrzeugsteuerung des Schienenfahrzeugs TZ ausgestaltet.

**[0031]** FIG 2 zeigt ein Versorgungssystem entsprechend der FIG 1. Die vier Bordnetzumrichter B1, B2, B3, B4 sind bezüglich ihres elektrischen Aufbaus gleich ausgestaltet, wobei jeder Bordnetzumrichter B1, B2, B3, B4 sowohl mit der ersten SS1 als auch mit der zweiten Sammelschiene SS2 über Schalter SC1, SC2 verbunden werden und an der verbundenen Sammelschiene SS1, SS2 die jeweils gewünschte Dreiphasen-Wechselspannung anlegen kann. Die Sammelschienen SS1, SS2 unterscheiden sich dabei dahingehend, dass die erste Sammelschiene SS1 sowohl drei Phasenleiter L1, L2, L3 als auch einen Neutralleiter N umfasst, während die zweite Sammelschiene SS2 ausschließlich drei Phasenleiter L1, L2, L3 umfasst. Der Neutralleiter N der ersten Sammelschiene SS1 wird über den Schalter SC1 mit einem Spannungs-Mittelpunkt eines Gleichspannungszwischenkreises des jeweiligen Bordnetzumrichters B1, B2, B3, B4 verbunden, wie es in der FIG 2 schematisch dargestellt ist, und ist ansonsten mit dem Erdpotenzial des Schienenfahrzeugs TZ verbunden, was jedoch nicht speziell dargestellt ist.

**[0032]** An der ersten Sammelschiene SS1 liegt eine Dreiphasen-Wechselspannung von 400 V, 50 Hz an. Diese Spannung dient beispielsweise der Versorgung von mit der ersten Sammelschiene SS1 verbundenen elektrischen Geräten einer Bordküche, welche in einem Wagen des Schienenfahrzeugs TZ angeordnet ist, sowie von weiteren elektrischen Verbrauchern wie beispielsweise Steckdosen für Fahrgäste und der Beleuchtung in den Wagen. An der zweiten Sammelschiene SS2 liegt hingegen beispielsweise eine konstante Dreiphasen-Wechselspannung von 480 V, 60 Hz an, welche beispielsweise der Versorgung von Hilfsbetrieben dient. Beispielsweise kann die Spannungshöhe und/oder die Frequenz der Dreiphasen-Wechselspannung der zweiten Sammelschiene jedoch auch variabel sein, sodass von der Steuereinrichtung SE mittels einer geeigneten Wahl dieser Parameter beispielsweise eine Drehzahl von Lüftern oder Pumpen gesteuert werden kann.

**[0033]** Die FIG 2 zeigt eine für den Normalbetrieb des Versorgungssystems geeignete Konfiguration, wobei

ausschließlich der erste Bordnetzumrichter B1 mit der ersten Sammelschiene SS1 verbunden ist, dargestellt durch einen geschlossenen ersten Schalter SC1, und an diese die 400 V, 50 Hz Dreiphasen-Wechselspannung anlegt. Die drei weiteren Bordnetzumrichter B2, B3 und B4 sind hingegen mit der zweiten Sammelschiene SS2 verbunden, dargestellt durch einen jeweils geschlossenen zweiten Schalter SC2, und legen an diese jeweils die gewünschte bzw. von der Steuereinrichtung SE gesteuerte Dreiphasen-Wechselspannung an. Erste und zweite Schalter SC1, SC2 werden jeweils ebenfalls von der Steuereinrichtung SE gesteuert. Die Schalter SC1, SC3 können jeweils als mehrpolige Trennschalter oder so genannte Koppelschütze ausgestaltet sein.

**[0034]** Die FIG 3 zeigt demgegenüber eine für einen Fehlerfall des Versorgungssystems geeignete Konfiguration. Ausgehend von der angenommenen Situation, dass der im Normalbetrieb allein die erste Sammelschiene SS1 speisende erste Bordnetzumrichter B1 fehlerbehaftet und damit für eine fortgesetzte Speisung der ersten Sammelschiene SS1 nicht mehr geeignet ist, steuert die Steuereinrichtung SE den ersten Schalter SC1 an, sodass der erste Bordnetzumrichter B1 mit keiner der beiden Sammelschienen SS1, SS2 mehr verbunden ist. Um die mit der ersten Sammelschiene SS1 verbundenen insbesondere Verbraucher weiter versorgen zu können, steuert die Steuereinrichtung SE den dritten Bordnetzumrichter B3, dass an dessen Ausgängen keine Dreiphasen-Wechselspannung mehr anliegt. Anschließend steuert bzw. öffnet die Steuereinrichtung SE den zweiten Schalter SC2 des dritten Bordnetzumrichters B3, um diesen von der zweiten Sammelschiene SS2 zu trennen, und steuert bzw. schließt nachfolgend den ersten Schalter SC1 des dritten Bordnetzumrichters B3, um diesen mit der ersten Sammelschiene SS1 zu verbinden. Nach bestehender Verbindung steuert die Steuereinrichtung SE entsprechend den dritten Bordnetzumrichter B3, dass dieser die 400 V, 50 Hz Dreiphasen-Wechselspannung an die erste Sammelschiene anlegt. Die zweite Sammelschiene SS2 wird dabei fortgesetzt von dem zweiten B2 und vierten Bordnetzumrichter B4 versorgt. Sofern deren Leistung nicht für die Versorgung aller mit der zweiten Sammelschiene verbundenen Hilfsbetriebe und/oder Verbraucher ausreicht, muss deren Funktion bzw. Leistung von der Steuereinrichtung SE gesteuert gegebenenfalls reduziert werden.

## Patentansprüche

1. Elektrisches Versorgungssystem für ein Bordnetz eines Schienenfahrzeug (TZ),

wobei das Schienenfahrzeug (TZ) eine Mehrzahl Wagen (EW1, EW2, MW1, MW2) mit einer Mehrzahl in diesen angeordneten Hilfsbetriebe und/oder elektrischen Verbrauchern umfasst, und

wobei das Versorgungssystem zumindest umfasst:

- eine erste und eine zweite Sammelschiene (SS1, SS2), wobei sich die Sammelschienen (SS1, SS2) jeweils über zumindest zwei Wagen (EW1, EW2, MW1, MW2) des Schienenfahrzeugs (TZ) erstrecken und mit jeder der Sammelschienen (SS1, SS2) zumindest ein Hilfsbetrieb und/oder ein elektrischer Verbraucher verbunden ist, und wobei die erste Sammelschiene (SS1) drei Phasenleiter (L1, L2, L3) und einen Neutralleiter (N) und die zweite Sammelschiene (SS2) ausschließlich drei Phasenleiter (L1, L2, L3) aufweist,
- zumindest drei mit den Sammelschienen (SS1, SS2) verbindbare Bordnetzumrichter (B1, B2, B3, B4), und
- eine Steuereinrichtung (SE), wobei die Steuereinrichtung (SE) ausgestaltet ist, zumindest die Bordnetzumrichter (B1, B2, B3, B4) zu steuern,

## dadurch gekennzeichnet, dass

- die Bordnetzumrichter (B1, B2, B3, B4) bezüglich ihres elektrischen Aufbaus gleich ausgestaltet sind, jeweils mit der ersten und der zweiten Sammelschiene (SS1, SS2) elektrisch verbindbar sind, und jeweils ausgestaltet sind, von der Steuereinrichtung (SE) gesteuert, eine erste und eine zweite Dreiphasen-Wechselspannung zu generieren,
- die Steuereinrichtung (SE) ausgestaltet ist, ausschließlich einen ersten der Bordnetzumrichter (B1) mit der ersten Sammelschiene (SS1) zu verbinden und den ersten Bordnetzumrichter (B1) anzusteuern, die erste Dreiphasen-Wechselspannung an die erste Sammelschiene (SS1) anzulegen, und zumindest einen zweiten und einen dritten der Bordnetzumrichter (B2, B3, B4) mit der zweiten Sammelschiene (SS2) zu verbinden und den zweiten und den dritten Bordnetzumrichter (B2, B3, B4) jeweils anzusteuern, die zweite Dreiphasen-Wechselspannung an die zweite Sammelschiene (SS2) anzulegen, und
- die Steuereinrichtung (SE) ausgestaltet ist, in einem Fehlerfall des ersten Bordnetzumrichters (B1) den ersten Bordnetzumrichter (B1) von der ersten Sammelschiene (SS1) zu trennen, ausschließlich den zweiten oder den dritten Bordnetzumrichter (B3) von der zweiten Sammelschiene (SS2) zu trennen und mit der ersten Sammelschiene

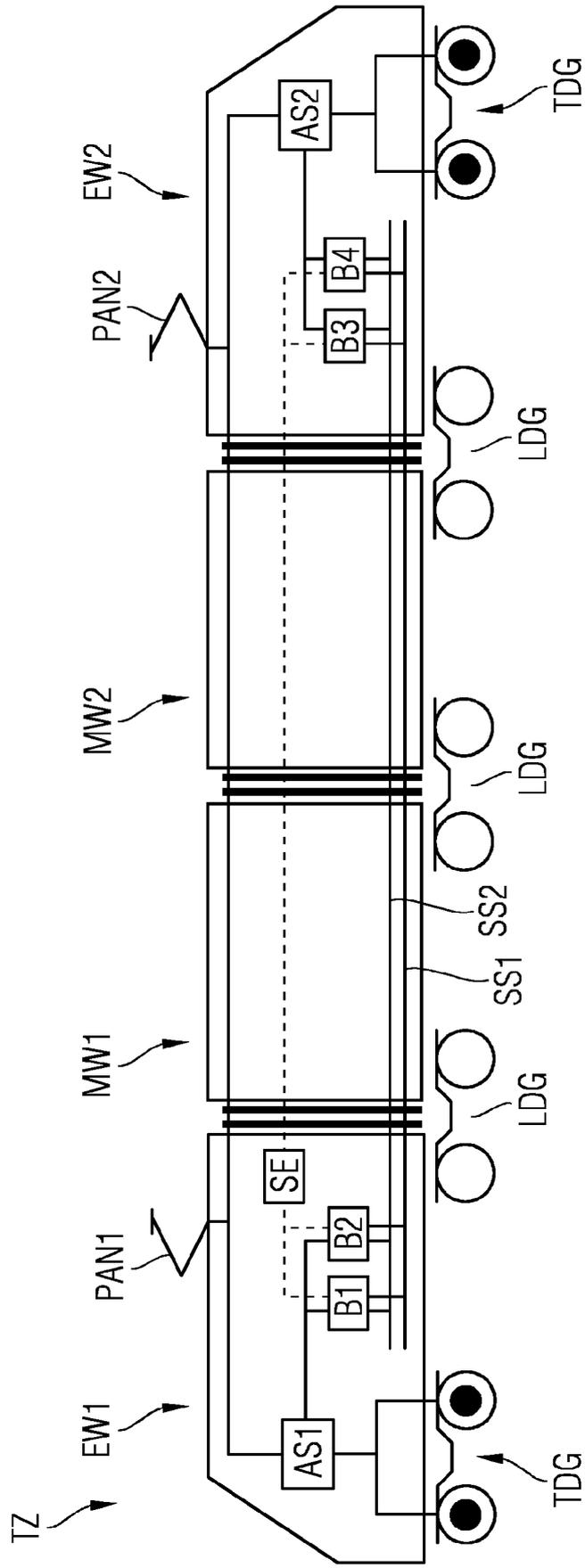
- (SS1) zu verbinden, und den mit der ersten Sammelschiene (SS1) verbundenen zweiten oder dritten Bordnetzumrichter (B3) anzusteuern, die erste Dreiphasen-Wechselspannung an die erste Sammelschiene (SS1) anzulegen.
2. Versorgungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (SE) ausgestaltet ist, die Bordnetzumrichter (B1, B2, B3, B4) anzusteuern, dass
- die erste Dreiphasen-Wechselspannung eine erste Spannungshöhe mit einer ersten Frequenz aufweist, und
  - die zweite Dreiphasen-Wechselspannung eine zweite Spannungshöhe mit einer zweiten, insbesondere variablen, Frequenz aufweist.
3. Versorgungssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Dreiphasen-Wechselspannung eine konstante Spannungshöhe von 400 V mit einer Frequenz von 50 Hz aufweist.
4. Versorgungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neutraleiter (N) der ersten Sammelschiene (SS1) mit einem Spannungs-Mittelpunkt eines Gleichspannungszwischenkreises des mit der ersten Sammelschiene (SS1) verbundenen ersten, zweiten oder dritten Bordnetzumrichters (B1, B3) verbunden ist.
5. Versorgungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bordnetzumrichter (B1, B2, B3, B4) mittels jeweiliger Schalter (SC1, SC2), insbesondere von der Steuereinrichtung steuerbare Trennschalter, mit den Sammelschienen (SS1, SS2) verbindbar sind.
6. Versorgungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bordnetzumrichter (B1, B2, B3, B4) in zumindest zwei Wagen (EW1, EW2) des Schienenfahrzeugs (TZ) verteilt angeordnet sind, wobei insbesondere der erste und der zweite Bordnetzumrichter (B1, B2) oder der erste und der dritte Bordnetzumrichter gemeinsam in einem Wagen (EW1) angeordnet sind.
7. Versorgungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bordnetzumrichter (B1, B2, B3, B4) jeweils einen, von der Steuereinrichtung (SE) steuerbaren, Pulswechselrichter umfassen, wobei der Pulswechselrichter ausgestaltet ist, eine Gleichspannung eines Gleichspannungszwischenkreises des Bordnetzumrichters (B1, B2, B3, B4) in die erste oder die
- zweite Dreiphasen-Wechselspannung zu wandeln.
8. Verfahren zum Steuern eines elektrischen Versorgungssystems für ein Bordnetz eines Schienenfahrzeug (TZ),
- wobei das Schienenfahrzeug (TZ) eine Mehrzahl Wagen (EW1, EW2, MW1, MW2) mit einer Mehrzahl in diesen angeordneten Hilfsbetrieben und/oder elektrischen Verbrauchern umfasst, und wobei das Versorgungssystem zumindest umfasst:
- eine erste und eine zweite Sammelschiene (SS1, SS2), wobei sich die Sammelschienen (SS1, SS2) jeweils über zumindest zwei Wagen (EW1, EW2, MW1, MW2) des Schienenfahrzeugs (TZ) erstrecken und mit jeder der Sammelschienen (SS1, SS2) zumindest ein Hilfsbetrieb und/oder ein elektrischer Verbraucher verbunden ist, und wobei die erste Sammelschiene (SS1) drei Phasenleiter (L1, L2, L3) und einen Neutraleiter (N) und die zweite Sammelschiene (SS2) ausschließlich drei Phasenleiter (L1, L2, L3) aufweist,
  - zumindest drei mit den Sammelschienen (SS1, SS2) verbindbare Bordnetzumrichter (B1, B2, B3, B4), und
  - eine Steuereinrichtung (SE), wobei die Steuereinrichtung (SE) ausgestaltet ist, zumindest die Bordnetzumrichter (B1, B2, B3, B4) zu steuern,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Bordnetzumrichter (B1, B2, B3, B4) bezüglich ihres elektrischen Aufbaus gleich ausgestaltet sind, jeweils mit der ersten und der zweiten Sammelschiene (SS1, SS2) elektrisch verbindbar sind, und jeweils ausgestaltet sind, von der Steuereinrichtung (SE) gesteuert, eine erste und eine zweite Dreiphasen-Wechselspannung zu generieren,
  - die Steuereinrichtung (SE) ausschließlich einen ersten der Bordnetzumrichter (B1) mit der ersten Sammelschiene (SS1) verbindet und den ersten Bordnetzumrichter (B1) ansteuert, die erste Dreiphasen-Wechselspannung an die erste Sammelschiene (SS1) anzulegen, und zumindest einen zweiten und einen dritten der Bordnetzumrichter (B2, B3, B4) mit der zweiten Sammelschiene (SS2) verbindet und den zweiten und den dritten Bordnetzumrichter (B2, B3, B4) jeweils ansteuert, die zweite

- Dreiphasen-Wechselspannung an die zweite Sammelschiene (SS2) anzulegen, und
- die Steuereinrichtung (SE) in einem Fehlerfall des ersten Bordnetzumrichters (B1) den ersten Bordnetzumrichter (B1) von der ersten Sammelschiene (SS1) trennt, ausschließlich den zweiten oder den dritten Bordnetzumrichter (B3) von der zweiten Sammelschiene (SS2) trennt und mit der ersten Sammelschiene (SS1) verbindet, und den mit der ersten Sammelschiene (SS1) verbundenen zweiten oder dritten Bordnetzumrichter (B3) ansteuert, die erste Dreiphasen-Wechselspannung an die erste Sammelschiene (SS1) anzulegen.
- 5  
10  
15
9. Verfahren nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (SE) die Bordnetzumrichter (B1, B2, B3, B4) ansteuert, dass
- die erste Dreiphasen-Wechselspannung eine erste Spannungshöhe mit einer ersten Frequenz aufweist, und
  - die zweite Dreiphasen-Wechselspannung eine zweite Spannungshöhe mit einer zweiten, insbesondere variablen, Frequenz aufweist.
- 20  
25
10. Schienenfahrzeug (TZ),  
**dadurch gekennzeichnet, dass** es zumindest ein Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7 umfasst.
- 30
11. Schienenfahrzeug (TZ) nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** es als ein Triebzug mit mehreren Wagen für eine Personenbeförderung ausgestaltet ist, wobei in einem der Wagen insbesondere eine mittels der ersten Sammelschiene (SS1) versorgte Bordküche angeordnet ist.
- 35  
40
12. Verwendung eines Versorgungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Versorgung von Hilfsbetrieben und/oder elektrischen Verbrauchern in einem Schienenfahrzeug (TZ).
- 45

50

55

FIG 1



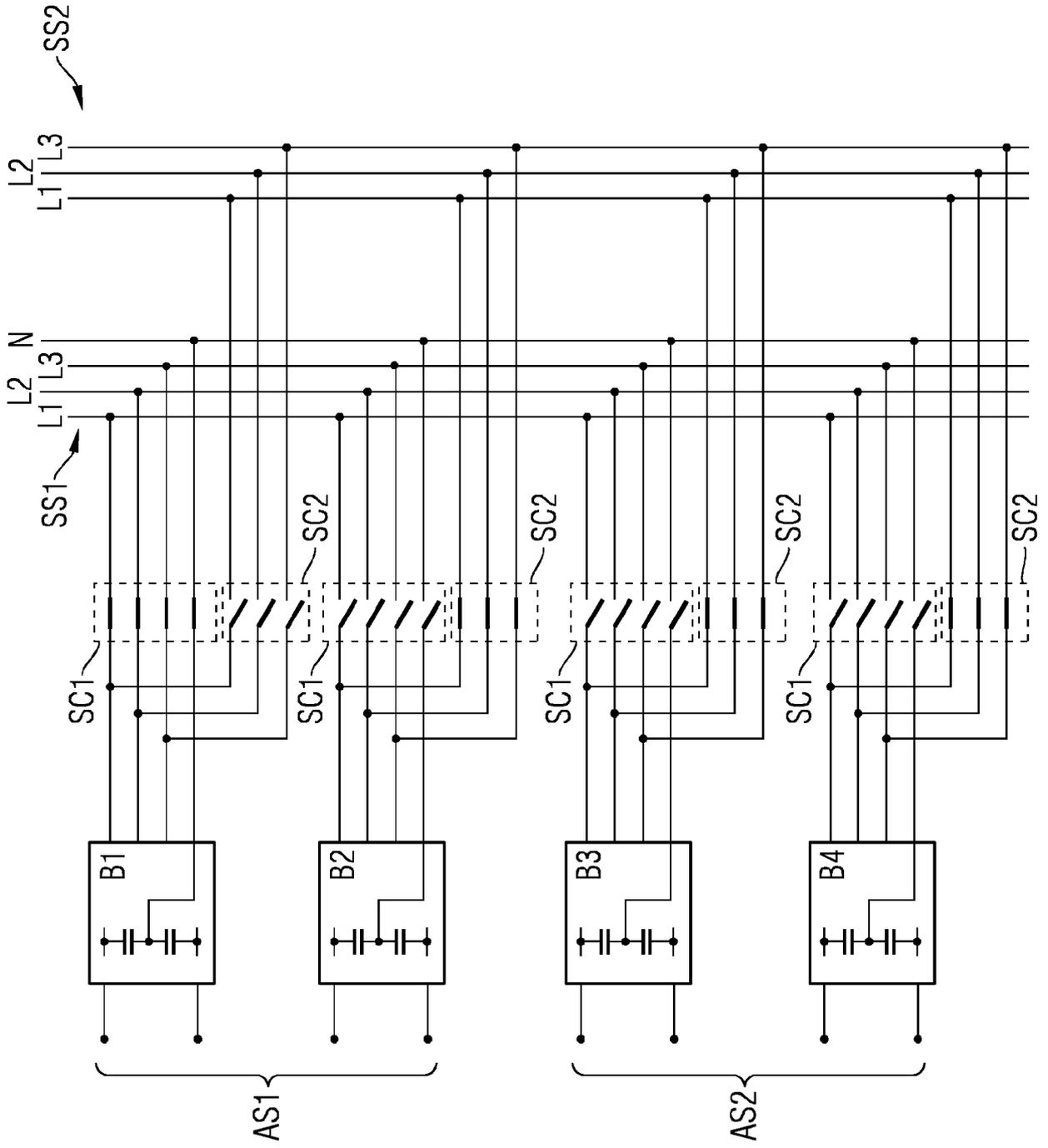


FIG 2

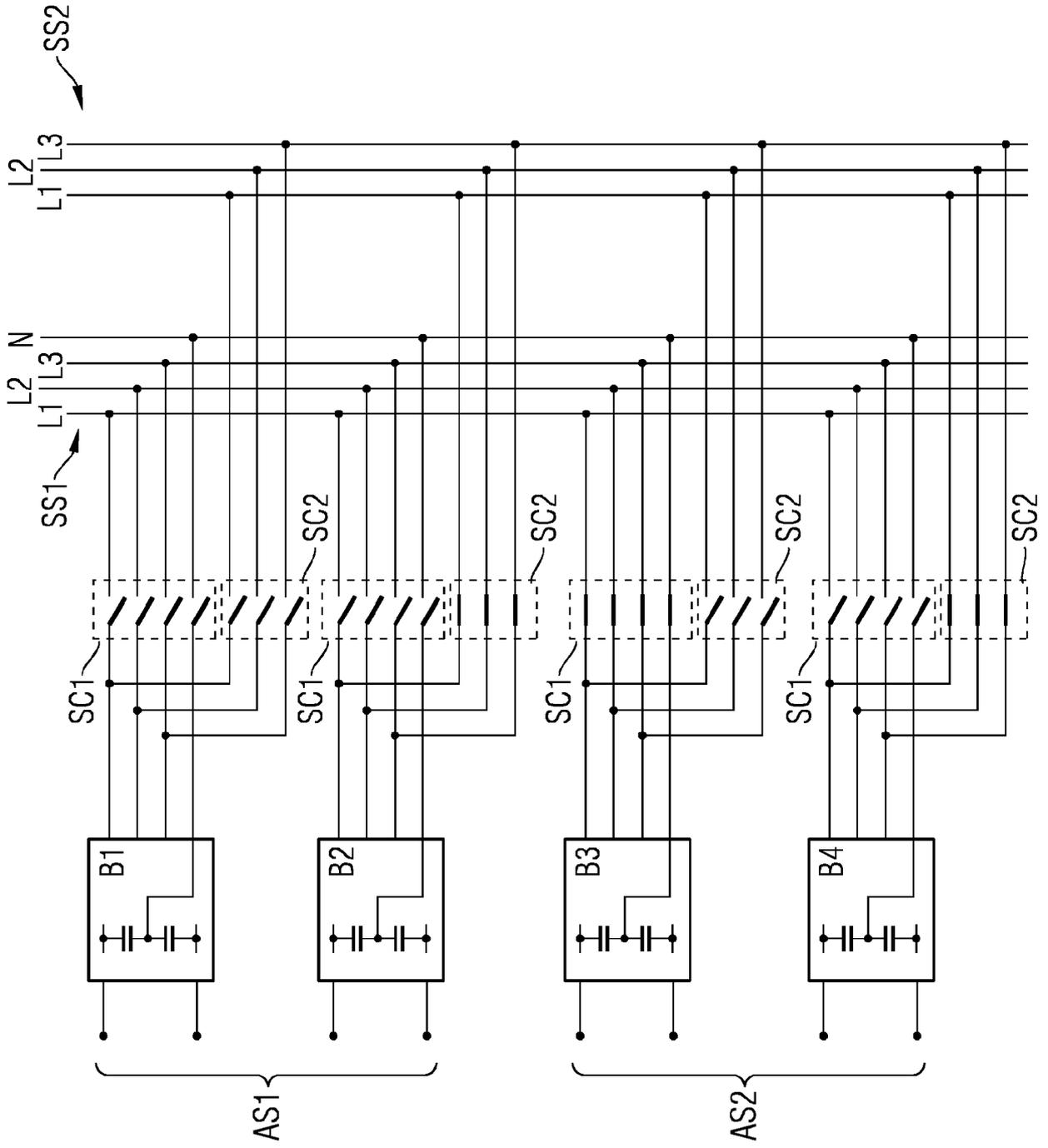


FIG 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 24 19 7190

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.92 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 927 044 A1 (SIEMENS AG [DE]) 7. Oktober 2015 (2015-10-07) * Absätze [0003] - [0012], [0031], [0032]; Abbildungen 1-8 *	1-12	INV. B60L1/00 B60L3/00 B60L9/00 H02J3/00 H02J3/26
A	CN 109 383 299 B (CRRC QINGDAO SIFANG CO LTD) 10. März 2020 (2020-03-10) * Abbildungen 1-2 *	1-12	
A	DE 10 2019 216731 A1 (SIEMENS MOBILITY GMBH [DE]) 6. Mai 2021 (2021-05-06) * Absätze [0051] - [0054]; Abbildungen 1-5 *	1-12	
			<b>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)</b>
			B60L H02J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>21. Januar 2025</b>	Prüfer <b>Schury, Dominik</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 24 19 7190

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21 - 01 - 2025

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2927044 A1	07 - 10 - 2015	CN 106664008 A	10 - 05 - 2017
		DK 2927044 T3	15 - 05 - 2017
		EP 2927044 A1	07 - 10 - 2015
		ES 2625813 T3	20 - 07 - 2017
		PL 2927044 T3	31 - 08 - 2017
		PT 2927044 T	25 - 05 - 2017
		RU 2648494 C1	26 - 03 - 2018
		US 2017207717 A1	20 - 07 - 2017
		WO 2015150137 A2	08 - 10 - 2015
-----			
CN 109383299 B	10 - 03 - 2020	KEINE	
-----			
DE 102019216731 A1	06 - 05 - 2021	DE 102019216731 A1	06 - 05 - 2021
		EP 4025451 A1	13 - 07 - 2022
		US 2022410727 A1	29 - 12 - 2022
		WO 2021083695 A1	06 - 05 - 2021
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82